Correction : Estimation de la poussée d'un siège éjectable

1. **(5)** Hypothèse : On considère que la masse m du système {siège + Armstrong} est constante pendant la durée de l'étude. Après avoir écrit la relation correspondant à la 2ème loi de Newton (dont on donnera la signification de chacun des termes) :
D'après la 2ème loi de Newton, appliquée au système siège éjectable + Armstrong} dans le référentiel terrestre :
(2,5) (1) $m.\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \sum \overrightarrow{F_{ext}}$ où m masse du système **(0,5)**, $\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$ accélérat° **(0,5)**, $\sum \overrightarrow{F_{ext}}$ résultante des forces appliquées **(0,5)**
Expliquer pourquoi, (pour simplifier l'étude de l'accélération) on prend en compte cette hypothèse (justifiée scientifiquement) afin **(2,5)** de déterminer la résultante des forces exercées sur le siège éjectable ? **Si on peut considérer la masse *m* du système constante (1), ce qui n'est pas le cas puisque des gaz s'échappent mais la masse perdue est négligeable durant la 1ère seconde (+1), l'accélération est alors calculable à partir de la trajectoire (0,5) et aisément alors** $\sum \overrightarrow{F_{ext}}$ **aussi (1)**

2. **(5)** Estimer, à l'aide de la figure 2, la valeur de y_5. Détailler la démarche.
D'après l'échelle de la figure 5 (+0,5), y_1 est représenté par 3,0 m (0,5) et correspond à 30,1 m (0,5) not° d'échelle (1)
8,0 cm → y_6 = 4,00 m 5,7 cm → y_6 (utilisation proportionnalité 0,5) donc y_6 = (5,7 / 8,0) × 4,00 = 2,85 m
(0,5) (0,5) (0,25) (0,25) (1) (unité 0,5)
Remarque : D'après l'échelle de la figure 2 (0,5), y_1 est représenté par 3,0 m (0,5) et correspond à 30,1 m (0,5)
3,0 cm → y_6 = 4,00 m 2,2 cm → y_6 (utilisation proportionnalité 1) donc y_6 = (2,2 / 3,0) × 4,00 = 2,93 m
(3) (0,5) (0,5) (0,25) (0,25) (1) (unité 0,5)

3.1. **(7)** Estimer, à l'aide des figures 3 et 5, la valeur de $v_2 = v(A_2)$ Détailler la démarche
Valeur de la vitesse (en A_2) : V (A_2) = $[A_1A_3]/2\Delta t$ = (2,2 * 4,00) / 0,080 = 1,1 / 0,080 = 13,75 m.s^{-1} approx 14 m.s^{-1}
(6) (+0,5) (1) (1) (0,5) (1). (1) (unité 0,5)
échelle *2 (+0,5), mesure $[A_1A_3]$ (1)
et vérifier que ce résultat est cohérent avec le graphe de la Figure 4.
(1) On retrouve exactement la même valeur que sur le graphique de la figure 4 : pour *t* = 0,040 s alors *v* = 13,5 m.s^{-1}.
(0,5) (0,5)
Remarque la valeur de la vitesse (en A_2) n'est pas identique à la valeur totale de la vitesse instantannée car cette vitesse a une composante suivant x et y. Si calcul seulement de Vy : donner 4 points
V y (A_2) = $y_3 - y_1 / 2\Delta t$ = (1,02 – 0) / 0,080 = 12,75 m.s^{-1} approx 13 m.s^{-1}
(0,5) (1) (0,5) (0,5) (1) (unité 0,5)

3.2. **(9)** On montre que, pendant les 300 premières ms, la valeur de l'accélération du système, pendant la durée de l'étude :
- peut être considérée comme constante **D'après le graphique de la figure 4 (0,5)**
(4) La courbe représentative de la vitesse instantannée *v* (0,5) *en fonction du temps* (0,5) est une droite Ou **proportionnalité (1) (qui passe par l'origine mais on n'a pas la date t = 0s) La vitesse verticale $v_y(t)$ est modélisable (+0,5) par une fonction affine $v_y(t) = k.t + cte$ (+1)**
***et l'accélération* (1) *est représentée par la valeur du coefficient directeu* (1)** *OU* $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ **(1)** $= k$ **(1)**
- est proche de 120 m.s^{-2}. Sur la figure 4, **on trace la droite (+1) moyenne** passant au plus près de tous les points.
Rem : on se rend compte que l'image 1 de cette étude ne correspond pas à l'allumage du réacteur (pas de proportionnalité)
(5) À l'aide des coordonnées de 2 points **(0,5)** appartenant à la droite A(t_A = 0,080 s ; v_{yA} = 18,01 et B(t_B = 0,160 s ; v_B = 27,21 .s^{-1}), on détermine le coefficient directeur *k* **(+0,5)** de cette droite. $a_y = k$ = (27,21 – 18,01) / (0,080) = 115 m.s^{-2} proche de 120 m.s^{-2}
(0,5) (1) (0,5) (0,5) (1) (unité 0,5) (en accord 0,5)
On a montré que ces 2 résultats sont cohérents avec le graphe de la figure 4.

(page / 26)

3.3. **(4)** Préciser, en justifiant à partir de la trajectoire, la direction et le sens du vecteur accélération
On est obligé de tracer, en figure 5, la variation du vecteur vitesse en A_3. (+1)
On prendra comme longueur représentative du vecteur vitesse (en A_2 : $\vec{V}$(A2)) celle du segment correspondant à la distance $[A_1A_3]$
Ou **D'après la Figure 5, on peut tracer** $\vec{V}$ (A_2) **puis** $\vec{V}$ (A_4) **puis** $\vec{V}$ (A_4) − $\vec{V}$ (A_2) **qui est vertical, dirigé vers le haut**
(explication dessin +1) (1) (1, date acceptée) (1) (0,5) (0,5)
ce qui est dit dans l'énoncé (+ 1)

4.1. **(1)** Choisir parmi les propositions de la figure 6 : Shéma 1 **(1)**
4.2. **(8)** Justifier. **D'après 2ème loi de Newton (utilist° principe inertie acceptée aussi +1), appliquée au {** siège + Armstrong}
(2) $m.\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \sum \overrightarrow{F_{ext}}$ **or d'après quest° 1, on peut considérer la masse *m* constante, ce qui revient à** $\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \sum \overrightarrow{F_{ext}}$ / m
or $\vec{a}$ **et** $\sum \overrightarrow{F_{ext}}$ **ont même (1) sens et même (1) direction. d'après 3,3** $\vec{F}$ *et* $\vec{P}$ verticale, de même direction. **OU d'après le doc 4** Lors de l'éjection, cette action est modélisable par une force $\vec{F}$ verticale et orientée vers le haut alors que le poids est une force $\vec{P}$ verticale et orientée vers le bas. **Pour que** $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} + \vec{F}$ **(1) soit un vecteur de sens vers le haut (1), il faut que en intensité : *F (totale)* > *P* (2) toute explicat° supp sur schéma 2 ou 3 (+1)**
5. **(8)** D'après 3.2, estimer la valeur de la force de poussée en montrant que celle-ci- est voisine de » l'ordre de 20 kN.
$m.\frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \vec{P} + \vec{F}$ **(1) Puisque les vecteurs sont colinéaires (1) alors** suivant l'axe vertical : $m.a_y = -P + F$. **(0,5)**
$F = m.a_y + P$ **(1)** $= m.a_y + m.g = m.(a_y + g)$
Si on prend une masse de 200 kg, on obtient $F = 200 \times (115 + 9{,}8) = 200 \times 125 = 25 \times 10^3$ N.
(1) (1) (1) (1) (unité 0,5)
6. **(3)** L'accélération du{siège éjectable + Armstrong} par rapport à celle de la fusées Ariane 5 est appx **15 fois + forte**
fusées Ariane 5 : *a* = (13000 – 7800)/ 780 = 5200/ 780 = 6,7 m.s^{-2} *a* (siege ejectable) / *a* (Ariane 5) = 115 /6,7 = 17. (page / 24)